Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

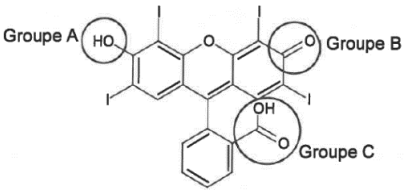
Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + Physique, veuillez visiter :
bac-maths-physique.fr/annales-sujets-et-corriges

Bac Métropole 2022 **Jour 1** **CORRECTION** © https://labolycee/org

EXERCICE I LE COLORANT E127 (10 pts)

1. Dosage du colorant E127 dans un révélateur de plaque dentaire



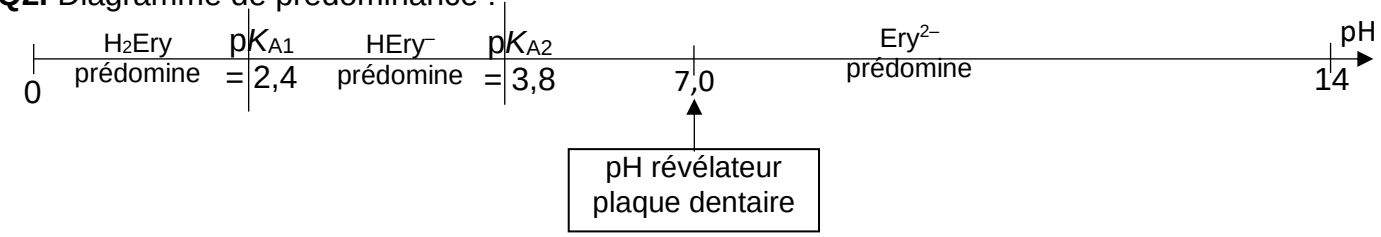
Q1. Groupe A : groupe hydroxyle, fonction alcool ;

Remarque : La famille des phénols n'est pas étudiée en terminale

Groupe B : groupe carbonyle, fonction cétone ;

Groupe C : groupe carboxyle, fonction acide carboxylique.

Q2. Diagramme de prédominance :

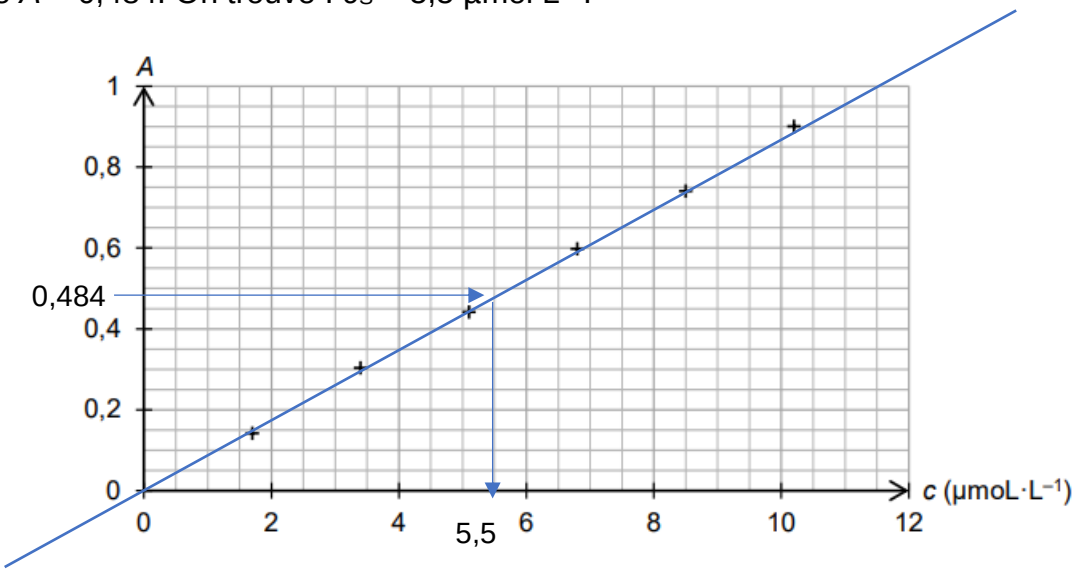


Dans le révélateur de plaque dentaire, la forme Ery^{2-} prédomine car $pH > pK_{A2}$.

Q3. Le spectre d'absorption du colorant E127 présente un maximum d'absorption autour de λ = 530 nm soit le vert d'après le cercle chromatique. La couleur de la solution du révélateur de plaque dentaire est la couleur complémentaire au vert, diamétralement opposée au vert sur le cercle chromatique, soit le rouge.

Remarque : le spectre montre que pour le E127 les radiations vertes sont absorbées alors que les bleues et rouges sont transmises, le E127 paraît en réalité magenta et non rouge.

Q4. On remarque que les points sont alignés sur une droite passant par l'origine, l'absorbance est proportionnelle à la concentration. On cherche l'abscisse du point de cette droite ayant pour ordonnée A = 0,484. On trouve : c_S = 5,5 µmol·L^{-1}.



La solution du révélateur de plaque dentaire été diluée.

Solution mère de révélateur
c_0 = ?
V_0 = 0,5 mL

Solution fille S
c_S = 5,5 µmol.L^{-1}
V_S =2,0 L

$c_0.V_0 = c_S.V_S$

$$c_0 = \frac{c_S.V_S}{V_0}$$

5.5E-6*2
0.5E-3
2.2E-2

$$c_0 = \frac{5{,}5\times10^{-6}\text{mol.L}^{-1}\times 2{,}0\text{ L}}{0{,}5\times10^{-3}\text{ L}} = 2{,}2\times10^{-2}\text{ mol.L}^{-1}$$

Le titre massique en colorant E127 est le pourcentage en masse du colorant, soit :

$P_m(\text{E127}) = \dfrac{m(\text{E127})}{m_{sol}}$ avec m(E127) la masse de colorant E127 dans V_{sol} = 2,0 L de solution et m_{sol} la masse de V_{sol} = 2,0 L de la solution.

$$P_m(\text{E127}) = \frac{n.M}{\rho.V_{sol}} = \frac{c_0.V_{sol}.M}{\rho.V_{sol}} = \frac{c_0.M}{\rho}$$



soit $P_m(\text{E127}) = \dfrac{2,2\times10^{-2}\times880}{1,0\times10^{3}} = 0,019 = 1,9\ \%$.

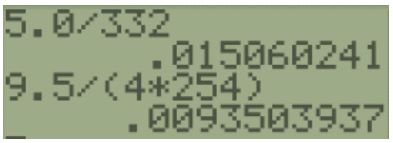
On retrouve une valeur proche des 2 % annoncés.

2. Synthèse de l'érythrosine à partir de la fluorescéine.

Q5. L'étape 1 est l'étape de la transformation chimique.
L'étape 2 est l'étape de cristallisation et d'extraction de l'érythrosine.
L'étape 3 est l'étape d'identification de l'érythrosine.

Q6. Dans l'étape 1 on chauffe le mélange réactionnel (à reflux). La température étant un facteur cinétique, le chauffage permet d'accélérer la réaction et donc d'augmenter la vitesse de formation de l'érythrosine.

Q7. Comparons les rapports : $\dfrac{n_0(\text{H}_2\text{Flu})}{1}$ et $\dfrac{n_0(\text{I}_2)}{4}$ qui correspondent aux proportions de l'équation de réaction.



$\dfrac{n_0(\text{H}_2\text{Flu})}{1} = \dfrac{m(\text{H}_2\text{Flu})}{M(\text{H}_2\text{Flu})}$ soit $\dfrac{n_0(\text{H}_2\text{Flu})}{1} = \dfrac{5,0}{332} = 1,5\times10^{-2}$ mol ;

$\dfrac{n_0(\text{I}_2)}{4} = \dfrac{m(\text{I}_2)}{4\times M(\text{I}_2)}$ soit $\dfrac{n_0(\text{I}_2)}{4} = \dfrac{9,5}{4\times254} = 9,4\times10^{-3}$ mol (*valeur exacte stockée en mémoire*).

Comme $\dfrac{n_0(\text{I}_2)}{4} < \dfrac{n_0(\text{H}_2\text{Flu})}{1}$, le diiode I_2 est le réactif limitant.

Autre rédaction : Déterminons l'avancement maximal relatif à chaque réactif.

Pour la fluorescéine H_2Flu, $n_0(\text{H}_2\text{Flu}) - x_{max} = 0$

$$x_{max} = n_0(\text{H}_2\text{Flu}) = \frac{m(\text{H}_2\text{Flu})}{M(\text{H}_2\text{Flu})}$$

$x_{max} = \dfrac{5,0}{332} = 1,5\times10^{-2}$ mol

Pour I_2 , $n_0(\text{I}_2) - 4x_{max} = 0$

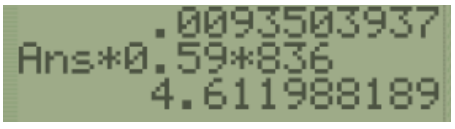
$$x_{max} = \frac{n_0(\text{I}_2)}{4} = \frac{m(\text{I}_2)}{4M(\text{I}_2)}$$

$x_{max} = 9,4\times10^{-3}$ mol

Le réactif limitant est le diiode I_2 car il conduit à l'avancement maximal le plus faible, $x_{max} = 9,4\times10^{-3}$ mol

Q8. On exploite le rendement de la synthèse : $r = \dfrac{m_{exp}(\text{H}_2\text{Ery})}{m_{max}(\text{H}_2\text{Ery})}$ donc :

$m_{exp}(H_2Ery) = r\ .\ m_{max}(H_2Ery)$ avec r = 59 % = 0,59.
$m_{exp}(H_2Ery) = r\ .\ n_{max}(H_2Ery).M(H_2Ery)$
$m_{exp}(H_2Ery) = r\ .\ x_{max}(H_2Ery).M(H_2Ery)$
$m_{exp}(\text{H}_2\text{Ery}) = 0,59\times9,35...\times10^{-3}\times836 = 4,6$ g.



Q9. La quantité expérimentale de H_2Ery formée est : $n(\text{H}_2\text{Ery}) = \dfrac{m_{exp}(\text{H}_2\text{Ery})}{M(\text{H}_2\text{Ery})}$

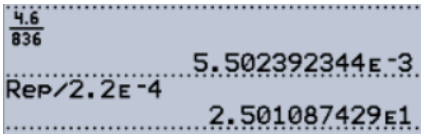


soit $n(\text{H}_2\text{Ery}) = \dfrac{4,6}{836} = 5,5\times10^{-3}$ mol. Cette quantité est égale à la quantité de colorant E127.

Un flacon de volume V = 10 mL et de concentration $c_0 = 2,2\times10^{-2}$ mol·L^{-1} en colorant E127 contient une quantité n(E127) de colorant égale à :

$n(\text{E127}) = c_0.V = 2,2\times10^{-2}\times10\times10^{-3} = 2,2\times10^{-4}$ mol.

On peut donc fabriquer $N = \dfrac{5{,}5\times10^{-3}}{2{,}2\times10^{-4}}$ = 25 flacons.



3. Suivi cinétique de la décoloration d'une solution de colorant E127 par l'eau de Javel

Q10. La vitesse volumique de disparition de Ery^{2-} a pour expression $v = -\dfrac{d[Ery^{2-}]}{dt}$.

Or $\dfrac{d[Ery^{2-}]}{dt}$ est égale au coefficient directeur de la tangente à la courbe représentative de $[Ery^{2-}]$ en fonction du temps.

Comme Ery^{2-} est consommé, alors $[Ery^{2-}]$ diminue et donc $\dfrac{d[Ery^{2-}]}{dt}$ est négative.

Plus la valeur de $\dfrac{d[Ery^{2-}]}{dt}$ est négative et plus la vitesse est grande.

Au début la tangente est fortement inclinée vers le bas, la vitesse est élevée.
Au fur et à mesure, la tangente est de moins en moins inclinée, la vitesse diminue.
Le facteur cinétique à l'origine de cette évolution est la concentration en Ery^{2-} qui est un réactif, sa diminution progressive explique que la vitesse de disparation diminue.

Q11. Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est égal à la durée nécessaire pour que l'avancement atteigne la moitié de sa valeur finale.
Ery^{2-} est totalement consommé, donc quand $x = x_{max}/2$ alors $[Ery^{2-}](t_{1/2}) = [Ery^{2-}](t=0)/2$.
On relie les points relatifs à l'expérience A.
On cherche l'abscisse du point d'ordonnée 8,5 µmol.L^{-1}/ 2 = 4,25µmol.L^{-1}.

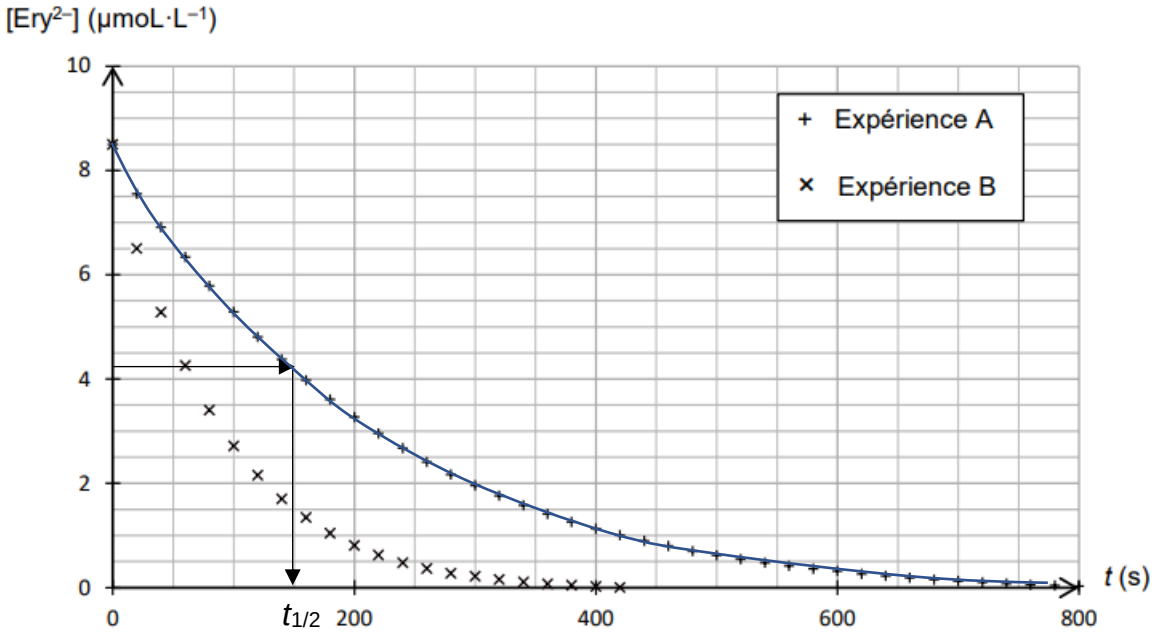


Figure 2. Évolution de la concentration en quantité de matière de la forme Ery^{2-} de l'érythrosine pour l'expérience A et B

On lit $t_{1/2}$ = 150 s.
La réaction de décoloration est terminée au bout de $5t_{1/2}$, soit 5×150 = 750 s = 12,5 min. Cette durée est relativement longue.
Q12. On souhaite que la décoloration soit plus rapide et donc que Ery^{2-} disparaisse plus rapidement.
La figure 2 montre que dans le cas de l'expérience B, la disparition totale de Ery^{2-} est obtenue plus rapidement que dans l'expérience A.
Or on constate que dans l'expérience B, on a utilisé de l'eau de Javel sans la diluer contrairement à l'expérience A.
Avec de l'eau de Javel plus concentrée alors la décoloration est plus rapide.

Bac Métropole 2022 Jour 1 CORRECTION © https://labolycee/org

EXERCICE A - LA PHYSIQUE DU JONGLAGE (5 pts)

MOTS-CLÉS : mouvement dans un champ de pesanteur uniforme, énergie mécanique

Q1. Lors de la phase ① :

La figure 2a. montre que la balle monte puis elle descend.

La figure 2b. le confirme car v_y est d'abord positive lors de cette montée, puis négative en descente. Et lors de la montée la vitesse diminue et elle augmente lors de la descente.

De façon plus quantitative (non demandée)

- *entre t_0 = 0,0 s et t_1 = 0,4 s, la balle monte car y(t) augmente de 0,0 m à 0,80 m et la vitesse verticale $v_y(t)$ diminue de 4,00 m·s^{-1} jusqu'à s'annuler à t_1 = 0,4 s ;*
- *entre t_1 = 0,4 s et t_2 = 0,75 s, la balle redescend car y(t) diminue de 0,80 m à 0,00 m et sa vitesse verticale $v_y(t)$ devient négative et diminue de 0,00 à – 4,00 m·s^{-1} donc la balle descend de plus en plus vite ($|v_y(t)|$ augmente).*

Q2. Dans la phase ② la main réceptionne la balle en l'accompagnant lors de sa descente entre t_2 = 0,75 s et t_3 = 0,95 s puis elle donne une impulsion à la balle entre t_3 = 0,95 s et t_4 = 1,1 s, afin qu'elle puisse de nouveau s'élever et quitter la main à partir de t_4 = 1,1 s.

Q3. On étudie le système {balle} dans le référentiel terrestre supposé galiléen associé au repère $(O;\vec{i},\vec{j})$. La balle de masse m étant en chute libre, elle n'est soumise qu'à son poids $\vec{P} = m\cdot\vec{g}$.

La deuxième loi de Newton donne : $\sum\overrightarrow{F_{Ext.}} = m.\vec{a}$ soit $m\cdot\vec{g} = m\cdot\vec{a}$ soit $\vec{a} = \vec{g}$.

$$\vec{a}\begin{cases} a_x = g_x = 0 \\ a_y = g_y = -g \end{cases}$$

Or $\vec{a} = \dfrac{d\vec{v}}{dt}$ donc $\vec{a}\begin{cases} a_x = \dfrac{dv_x}{dt} = 0 \\ a_y = \dfrac{dv_y}{dt} = -g \end{cases}$. On en déduit que v_x = Cte$_1$.

En tenant compte des conditions initiales, à t = 0 s, v_x (t = 0) = v_{0x} donc Cte1 = v_{0x} et v_x = v_{0x}.

Q4. Énergie mécanique initiale : E_{m0} = E_{c0} + E_{pp0} = $\dfrac{1}{2}.m.v_0^2$ + 0 (la référence d'Epp est choisie nulle en y = 0).

Ainsi $E_{m0} = \dfrac{1}{2}.m.\left(v_{0x}^2 + v_{0y}^2\right)$.

Q5. Pour la date t_0 = 0,0 s : y_0 = 0 m et $v_0^2 = v_{0x}^2 + v_{0y}^2$

Pour la date t_1 = 0,4 s : y_1 = H *(altitude maximale)* et $v_1^2 = v_x^2 + v_y^2 = v_{0x}^2$ car v_x = Cte$_1$ = v_{0x} et $v_y(t_1)$ = 0 m·s^{-1}.

Lors de la chute libre, l'énergie mécanique est conservée :

$$E_{m0} = E_{m1}$$

$$\frac{1}{2}m\left(v_{0x}^2 + v_{0y}^2\right) + m.g.y_0 = \frac{1}{2}.m.v_{0x}^2 + m.g.y_1$$

En simplifiant par le terme $\dfrac{1}{2}mv_{0x}^2$, et en remplaçant y_0 et y_1, il vient :

$$\frac{1}{2}.m.v_{0y}^2 + 0 = 0 + m.g.H$$

En simplifiant par m : $\dfrac{1}{2}.v_{0y}^2 = g.H$

Finalement : $H = \dfrac{v_{0y}^2}{2g}$.



Q6. Graphiquement, sur la figure 2.b, on lit : v_{0y} = 4,00 m·s^{-1} donc $H = \dfrac{4{,}00^2}{2\times 9{,}81}$ = 0,815 m.

Valeur cohérente avec la valeur y_{max} ≈ 0,8 m que l'on peut lire sur la figure 2a.

Q7. $a_y = \frac{dv_y}{dt} = -g$ donc on obtient la primitive $v_y(t) = -g.t + Cte_2$.

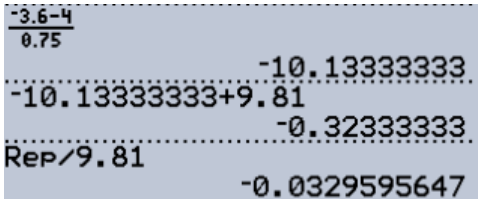
En tenant compte des conditions initiales, à $t = 0$, $v_y(0) = Cte_2 = v_{0y}$ donc $v_y(t) = -g.t + v_{0y}$.

Remarque : On obtient une fonction affine du temps dont la représentation graphique est une droite, ce qui est cohérent avec la figure 2b.

Q8. Entre 0,00 s et 0,76 s environ, le graphe $v_y(t)$ est assimilable une droite décroissante dont le coefficient directeur est égal à l'opposé de l'intensité de la pesanteur soit $-g$.

Entre les points (0,00 s ; 4,00 m·s^{-1}) et (0,75 s ; – 3,60 m·s^{-1}) on a :

$-g = \frac{(-3,60 - 4,00)}{0,75 - 0,00}$ = –10 m·s^{-2} donc g = 10 m·s^{-2}.



On retrouve une valeur proche de 9,81 m·s^{-2} à 3 % près.

Cet écart est dû au manque de précision de la lecture graphique.

Q9. On a : $v_y(t) = -g.t + v_{0y}$ et $v_y(t) = \frac{dy}{dt}$ donc en primitivant : $y(t) = -\frac{1}{2}.g \cdot t^2 + v_{0y} \cdot t + Cte'_2$

Or $y(0) = 0$ m donc $Cte'_2 = 0$ et $y(t) = -\frac{1}{2}.g.t^2 + v_{0y}.t$.

Q10. La balle est en l'air tant que $y(t) \geq 0$. On détermine t_{air} en résolvant l'équation : $y(t) = 0$ soit :

$-\frac{1}{2}g.t^2 + v_{0y}.t = 0 \Leftrightarrow \left(-\frac{1}{2}g.t + v_{0y}\right).t = 0$.

En éliminant la solution $t = 0$ s, il vient : $-\frac{1}{2}g.t_{air} + v_{0y} = 0 \Leftrightarrow \frac{1}{2}g.t_{air} = v_{0y}$, soit $t_{air} = \frac{2v_{0y}}{g}$.

Or : $H = \frac{v_{0y}^2}{2g}$ donc $v_{0y} = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$ soit $t_{air} = \frac{2 \times \sqrt{2.g.H}}{g}$.

En faisant entrer le coefficient 2 et g sous la racine carrée : $t_{air} = \frac{\sqrt{4 \times 2.g.H}}{g} = \sqrt{\frac{4 \times 2.g.H}{g^2}}$

Finalement : $t_{air} = \sqrt{\frac{8H}{g}}$.



Q11. Sur la figure 2a, on lit H = 0,8 m.

$t_{air} = \sqrt{\frac{8 \times 0,8}{9,81}}$ = 0,8 s.

La valeur obtenue est légèrement supérieure à celle que l'on peut lire sur de la figure 2.a soit 0,76 s.

Il est probable que le manque de précision de la lecture graphique soit la cause de cet écart.

On ne peut pas mettre en cause le fait d'avoir négligé les frottements de l'air car alors on aurait une durée calculée plus courte que celle lue.

Remarque : Vu la difficulté de la lecture graphique, il est certain que les correcteurs accepteront toute réponse cohérente.

Ce corrigé a été réalisé par une équipe d'êtres humains (si, si !), si vous trouvez une erreur, merci de nous la signaler par email : labolycee@labolycee.org.

Bac 2022 Métropole (jour 1) **Correction © https://labolycee.org**

Spécialité physique chimie

Exercice B – REFROIDISSEMENT D'UN FER À CHEVAL (5 points)

MOTS-CLÉS : premier principe de la thermodynamique, loi de Newton de la thermique

1. Chauffage du fer

Q1. Par définition de la masse volumique : $\rho_{Fer} = \dfrac{m_{Fer}}{V_{Fer}} \Leftrightarrow m_{Fer} = \rho_{Fer}.V_{Fer}$

m_{Fer} = 7,87 g.cm^{-3} × 104 cm^3 = 818 g

```
7.87*104
                                818.48
```

Q2. $\Delta U = m_{Fer}.c_{Fer}.\Delta\theta$

$\Delta U = 818{,}48\times10^{-3}$ kg $\times$ 440 J.kg^{-1}.K^{-1} $\times$ (900 − 15) K $= 3{,}19\times10^{5}$ J = 319 kJ

```
818.48E-3*440*(900-15)
                          3.18716112E5
```

Remarque *: une différence de température en °C est égale à la même différence de température en K*

Q3. Au niveau microscopique, l'augmentation de l'énergie interne du fer à cheval correspond à une augmentation de l'énergie cinétique microscopique des atomes de fer (agitation thermique).

2. Refroidissement du fer

2.1. Refroidissement à l'air libre

Q4. Considérons que le système {fer à cheval} est au repos alors son énergie mécanique ne varie pas ; le 1er principe de la thermodynamique donne $\Delta U = W + Q$

On va considérer que le système n'échange pas de travail avec l'extérieur malgré les coups de marteaux du maréchal-ferrant…, ainsi $W = 0$ et donc $\Delta U = Q$.

Donc $Q = \Delta U = m_{fer}.c_{fer}.\Delta\theta$ avec $\Delta\theta = \theta(t+\Delta t) - \theta(t)$

Par définition du flux thermique : $\Phi = \dfrac{Q}{\Delta t} = m_{fer}.c_{fer}.\dfrac{\Delta\theta}{\Delta t}$

La loi de Newton dans l'air donne : $\Phi = h_{air}.S.(\theta_{EXT} - \theta)$

En égalant les deux expressions de Φ : $m_{fer}.c_{fer}.\dfrac{\Delta\theta}{\Delta t} = h_{air}.S.(\theta_{EXT} - \theta)$

$$\frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{h_{air}.S}{m_{fer}.c_{fer}}.(\theta_{EXT} - \theta)$$

$$\Leftrightarrow \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{h_{air}.S}{m_{fer}.c_{fer}}.\theta_{EXT} - \frac{h_{air}.S}{m_{fer}.c_{fer}}.\theta$$

$$\Leftrightarrow \frac{\Delta\theta}{\Delta t} + \frac{h_{air}.S}{m_{fer}.c_{fer}}.\theta = \frac{h_{air}.S}{m_{fer}.c_{fer}}.\theta_{EXT}$$

En faisant tendre Δt vers 0, et avec $\tau = \dfrac{m_{fer}.c_{fer}}{h_{air}.S}$ on obtient $\Leftrightarrow \dfrac{d\theta}{dt} + \dfrac{\theta}{\tau} = \dfrac{\theta_{EXT}}{\tau}$

Q5. Vérifions que $\theta(t) = (\theta_0 - \theta_{EXT}).e^{-\frac{t}{\tau}} + \theta_{EXT}$ est solution de l'équation différentielle précédente.

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{d\left((\theta_0 - \theta_{EXT}).e^{-\frac{t}{\tau}} + \theta_{EXT}\right)}{dt} = (\theta_0 - \theta_{EXT}).\left(-\frac{1}{\tau}\right).e^{-\frac{t}{\tau}} + 0$$

Injectons les expressions de θ et $\frac{d\theta}{dt}$ dans l'équation différentielle $\frac{d\theta}{dt}+\frac{\theta}{\tau}=\frac{\theta_{EXT}}{\tau}$:

$$(\theta_0-\theta_{EXT}).\left(-\frac{1}{\tau}\right).e^{-\frac{t}{\tau}}+\frac{1}{\tau}.\left[(\theta_0-\theta_{EXT}).e^{-\frac{t}{\tau}}+\theta_{EXT}\right]=\frac{\theta_{EXT}}{\tau}$$

$$\Leftrightarrow (\theta_0-\theta_{EXT}).\left(-\frac{1}{\tau}\right).e^{-\frac{t}{\tau}}+\frac{1}{\tau}.(\theta_0-\theta_{EXT}).e^{-\frac{t}{\tau}}+\frac{\theta_{EXT}}{\tau}=\frac{\theta_{EXT}}{\tau}$$

$$\Leftrightarrow (\theta_0-\theta_{EXT}).\left(-\frac{1}{\tau}\right).e^{-\frac{t}{\tau}}+\frac{1}{\tau}.(\theta_0-\theta_{EXT}).e^{-\frac{t}{\tau}}=0$$

$$\Leftrightarrow (\theta_0-\theta_{EXT}).\left(-\frac{1}{\tau}+\frac{1}{\tau}\right).e^{-\frac{t}{\tau}}=0$$

$\Leftrightarrow (\theta_0-\theta_{EXT})\times 0\times e^{-\frac{t}{\tau}}=0$ Cette relation est vraie quel que soit *t* donc $\theta(t)=(\theta_0-\theta_{EXT})\times e^{-\frac{t}{\tau}}+\theta_{EXT}$ est bien solution de l'équation différentielle précédente.

Autre méthode :

On écrit l'équation différentielle $\frac{d\theta}{dt}+\frac{\theta}{\tau}=\frac{\theta_{EXT}}{\tau}$ sous la forme *y'* = *a*.*y* + *b* qui admet des solutions de la forme $y = K.e^{a.x} - \frac{b}{a}$:

$$\frac{d\theta}{dt}=-\frac{\theta}{\tau}+\frac{\theta_{EXT}}{\tau}$$

Par analogie, $a = -\frac{1}{\tau}$ et $b = \frac{\theta_{EXT}}{\tau}$

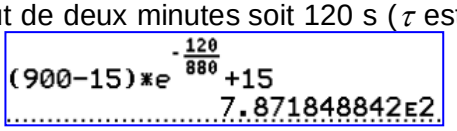
donc $-\frac{b}{a}=-\frac{\frac{\theta_{EXT}}{\tau}}{-\frac{1}{\tau}}=\theta_{EXT}$

ainsi les solutions sont de la forme $\theta(t)=K.e^{-\frac{t}{\tau}}+\theta_{EXT}$.

En tenant compte des conditions initiales, on peut trouver l'unique solution : $\theta(t=0)=\theta_0$

$\theta_0=K.e^0+\theta_{EXT}=K+\theta_{EXT}\Leftrightarrow K=\theta_0-\theta_{EXT}$ donc $\theta(t)=(\theta_0-\theta_{EXT}).e^{-\frac{t}{\tau}}+\theta_{EXT}$

Q6. D'après l'énoncé, le maréchal-ferrant pose le fer à cheval au bout de deux minutes soit 120 s (τ est donnée en s) : $\theta(t=120s)=(900-15)\times e^{-\frac{120}{880}}+15=787°C$



Le fer est donc encore très chaud quand il est posé sur le sabot ; on comprend bien pourquoi cela brûle la corne.

2.2. Refroidissement dans l'eau avant la pose.

Q7. En adaptant le modèle dans l'eau froide : $\theta(t) = \left(\theta_0 - \theta_{EXT}\right) \times e^{-\frac{t}{\tau_{eau}}} + \theta_{EXT}$ avec θ_0 = 600°C et

$$\tau_{eau} = \frac{m_{fer}.c_{fer}}{h_{eau}.S}$$

$$\tau_{eau} = \frac{818 \times 10^{-3}\ \text{kg} \times 440\ \text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}}{360\ \text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1} \times 293 \times 10^{-4}\ \text{m}^2} = 34{,}1\ \text{s}$$ *cohérent car très inférieure à 880 s obtenue dans l'air*

Il faut donc trouver t_f qui vérifie : $\theta_{finale} = \left(\theta_0 - \theta_{EXT}\right) \times e^{-\frac{t_f}{\tau_{eau}}} + \theta_{EXT}$

$$\theta_{finale} - \theta_{EXT} = \left(\theta_0 - \theta_{EXT}\right).e^{-\frac{t_f}{\tau_{eau}}}$$

$$e^{-\frac{t_f}{\tau_{eau}}} = \frac{\theta_{finale} - \theta_{EXT}}{\theta_0 - \theta_{EXT}}$$

$$-\frac{t_f}{\tau_{eau}} = \ln\left(\frac{\theta_{finale} - \theta_{EXT}}{\theta_0 - \theta_{EXT}}\right)$$

$$t_f = -\tau_{eau}.\ln\left(\frac{\theta_{finale} - \theta_{EXT}}{\theta_0 - \theta_{EXT}}\right)$$

Finalement : $t_f = -34{,}1 \times \ln\left(\frac{40 - 15}{600 - 15}\right) = 108\ \text{s}$

Q8. On peut imaginer que si seulement 20 secondes suffisent, c'est que le modèle choisi n'est pas adapté.

Les échanges entre le fer et l'eau n'obéissent probablement pas à la loi de Newton :

- les échanges entre le fer et l'eau ne sont pas principalement conducto-convectifs car le fer est très chaud et il perd de l'énergie par rayonnement ;
- la température de l'eau n'est pas constante alors qu'elle doit jouer le rôle de thermostat ;
- l'eau change d'état (ce qui demande beaucoup d'énergie).

Bac 2022 Métropole (jour 1) **Correction © https://labolycee.org**
Spécialité physique chimie **Exercice C – DÉFIBRILLATEUR CARDIAQUE (5 points)**
MOTS-CLÉS : modèle du circuit RC série

Q1. Pour réaliser la charge du condensateur, l'interrupteur doit être basculé du côté du générateur, soit en position 1.

Q2. D'après la loi des mailles : $E - u_r - u_C = 0 \Leftrightarrow E = u_r + u_C$

D'après la loi d'Ohm aux bornes de la résistance r : $u_r = r.i$

De plus, l'intensité du courant étant un débit de charges électriques : $i = \frac{dq}{dt}$.

Ainsi : $i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C.u_C)}{dt} = C.\frac{du_C}{dt}$ car C est une constante.

Ainsi, $u_r = r.i = r.C.\frac{du_C}{dt}$.

$u_r + u_C = E$ devient $r.C.\frac{du_C}{dt} + u_C = E$

Q3. Vérifions que $u_C = E \times \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}}\right)$ est solution de l'équation différentielle précédente.

$$\frac{du_C}{dt} = \frac{d\left(E \times (1 - e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}})\right)}{dt} = E \times \frac{d(1 - e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}})}{dt} = E \times \left(0 - \left(-\frac{1}{\tau_{charge}}\right) \times e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}}\right) = \frac{E}{\tau_{charge}} \times e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}}$$

Injectons les expressions de u_C et $\frac{du_C}{dt}$ dans l'équation différentielle $r.C.\frac{du_C}{dt} + u_C = E$:

$$r.C.\frac{E}{\tau_{charge}}.e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}} + E.(1 - e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}}) = E$$

$$\Leftrightarrow r.C.\frac{E}{\tau_{charge}}.e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}} + E - E.e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}} = E$$

$$\Leftrightarrow \left(r.C.\frac{E}{\tau_{charge}} - E\right).e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}} = 0$$ Pour que la solution convienne, il faut que cette égalité soit vraie quel que soit t. Cela implique que $r.C.\frac{E}{\tau_{charge}} - E = 0 \Leftrightarrow r.C.\frac{E}{\tau_{charge}} = E \Leftrightarrow \frac{r.C}{\tau_{charge}} = 1$

$\Leftrightarrow \tau_{charge} = r.C$ Ce temps caractéristique de la charge s'exprime en s.

La solution proposée convient à condition de prendre cette expression de τ_{charge}.

Autre méthode :

On écrit l'équation différentielle $r.C.\frac{du_C}{dt} + u_C = E$ sous la forme $y' = a.y + b$ qui admet des solutions de la forme $y = K.e^{a.x} - \frac{b}{a}$:

$$\frac{du_C}{dt} = -\frac{1}{r.C}.u_C + \frac{E}{r.C}$$

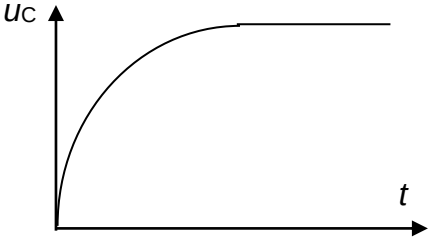
Par analogie, $a = -\frac{1}{r.C}$ et $b = \frac{E}{r.C}$

ainsi les solutions sont de la forme $u_C(t) = K.e^{-\frac{t}{r.C}} - \frac{\frac{E}{r.C}}{-\frac{1}{r.C}} = K.e^{-\frac{t}{r.C}} + E$.

En tenant compte des conditions initiales, on peut trouver l'unique solution : $u_C(t=0) = 0$.

$K \times e^{-\frac{0}{r.C}} + E = 0$ donc $K + E = 0$ donc $K = -E$ donc $u_c = -E.e^{-\frac{t}{r.C}} + E$

Finalement on retrouve la solution proposée : $u_C = E \times \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}}\right)$ avec $\tau_{charge} = r.C$



Q4. $u_C = E \times \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}}\right)$ donc $u_C(t=0) = E \times \left(1 - e^{-\frac{0}{\tau_{charge}}}\right) = 0$

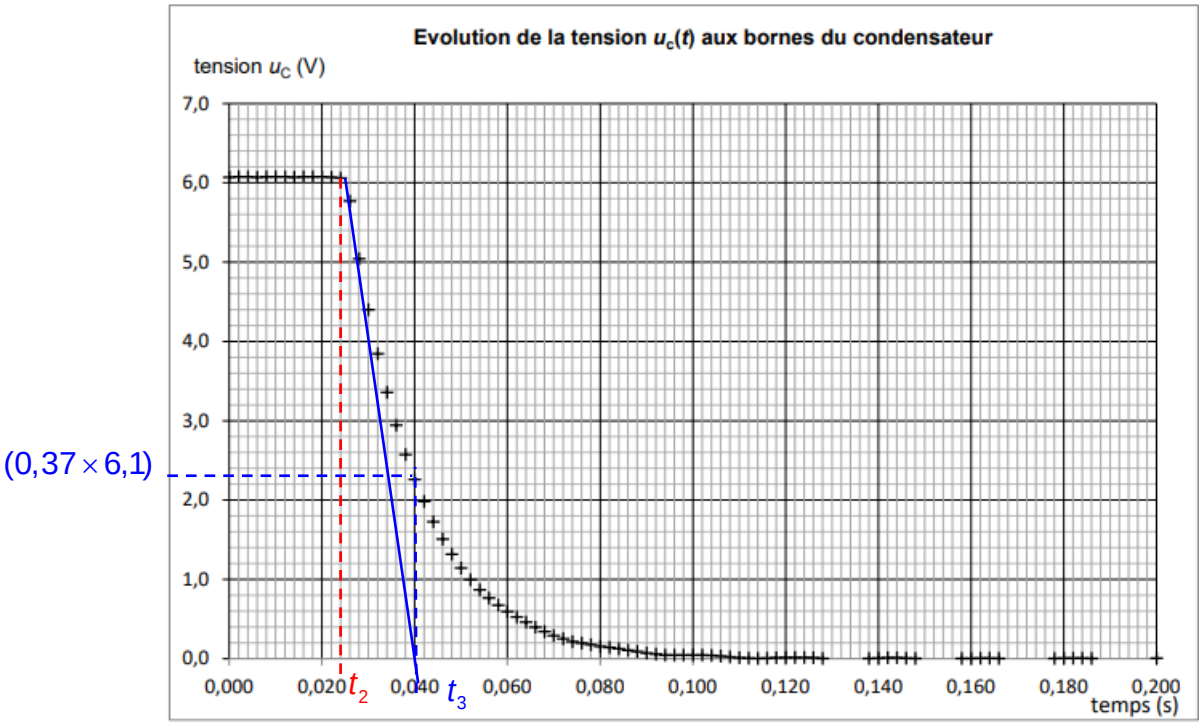
Quand t tend vers l'infini, $e^{-\frac{t}{\tau_{charge}}}$ tend vers 0 donc $u_C(\infty) \to E$.

Q5. Si $t_1 = 5 \times \tau_{charge}$, alors $u_C(t_1) = E \times \left(1 - e^{-\frac{5 \times \tau_{charge}}{\tau_{charge}}}\right) = E \times \left(1 - e^{-5}\right) = 0{,}99 \times E$

À la date $t_1 = 5 \times \tau_{charge}$, la tension aux bornes du condensateur a atteint 99 % de sa valeur finale.

Q6. L'interrupteur est basculé de la position 1 à la position 2 quand le condensateur commence à se décharger donc quand u_C diminue.

Graphiquement, cela correspond à la date t_2 = 0,024 s.



Q7. La décharge du condensateur commence à la date t_2 = 0,024 s. Ainsi, pour trouver le temps caractéristique τ_{graph}, on détermine la date t_3 correspondant à l'abscisse de l'intersection de la tangente à la courbe de décharge au début de la décharge (c'est-à-dire à la date t_2) avec l'axe des temps.

$\tau_{graph} = t_3 - t_2 = 0{,}040 - 0{,}024 = 0{,}016$ s = 16 ms.

Variante pour trouver t_3 : lors de la décharge d'un dipôle RC, le temps caractéristique est égal au temps nécessaire pour que la tension atteigne 37 % de sa tension initiale.

Cette valeur semble suffisamment faible pour que la décharge d'énergie dans le thorax soit quasi-instantanée.

8. On peut considérer que la décharge est terminée au bout de $5 \times \tau_{décharge}$ avec $\tau_{décharge} = R.C$

R est compris entre 50 Ω et 150 Ω et *C* = 170 µF donc la durée de décharge est comprise entre $5 \times 50 \times 170 \times 10^{-6}$ s et $5 \times 150 \times 170 \times 10^{-6}$ s soit entre 0,043 s et 0,128 s

La durée est bien inférieure aux 4 secondes maximale indiquées dans les données de la notice.

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.